

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-315741

(43) 公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
F 0 2 D 41/14	3 1 0	F 0 2 D 41/14	3 1 0 A
			3 1 0 P
F 0 1 N 3/20		F 0 1 N 3/20	D
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 B
			3 0 1 H

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-119619

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月28日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 武藤 晴文

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

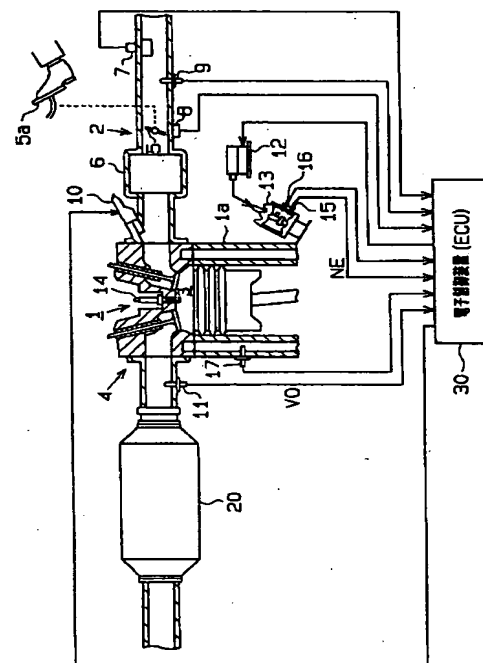
(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 内燃機関の点火時期制御装置

(57) 【要約】

【課題】 排気中における一酸化炭素 (CO) や炭化水素 (HC) 等の発生を抑制しつつ、機関始動後の触媒暖機効率も向上させることのできる内燃機関の点火時期制御装置を提供する。

【解決手段】 電子制御装置 (ECU) 30は、エンジン1の排気系4に設けられた酸素センサ11の検出信号に基づく燃料噴射量の空燃比フィードバック制御とともに、燃焼室3内の燃焼に係る点火時期の制御を併せ行う。また、ECU 30は、エンジン1の始動後、点火時期の遅角を行い排気系4に設けられた排気浄化用の三元触媒20の早期活性化を図る一方で、エンジン始動後の所定時間の暖機増量後、酸素センサ11の検出信号に基づく空燃比フィードバック制御の態様が、燃料噴射量の増量から減量に反転した後に点火時期の遅角抑制を解除することにより、エンジン始動後の平均的な排気特性の最適化を図る。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内燃機関の排気系内に設けられた排気浄化用触媒と、

同じく排気系に設けられ、その排気から当該機関に供給される混合気の空燃比を検出する空燃比検出手段と、  
該検出される空燃比に基づき同空燃比が所定の範囲内に収束されるようにフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、

前記排気浄化用触媒の床温を上昇させるべく同機関の燃焼に係る点火時期を遅角させる点火時期遅角手段と、  
10 当該機関の始動後、前記空燃比検出手段により検出される空燃比の切り替わり時期まで、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制する点火時期遅角抑制手段と、  
を備えることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項2】前記空燃比フィードバック制御手段は、前記検出される空燃比がリッチのときには燃料噴射量の減量補正係数となり、リーンのときには増量補正係数として逐次変更される空燃比補正係数に基づき、同空燃比が  
20 所定の範囲内に収束されるようにフィードバック制御するものであり、

前記点火時期遅角抑制手段は、前記機関の始動後、前記空燃比フィードバック制御手段により設定される空燃比補正係数の補正方向切り替わり時期まで、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制するものである請求項1記載の内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項3】請求項2記載の内燃機関の点火時期制御装置において、

前記点火時期遅角抑制手段は、当該機関の始動後、前記空燃比補正係数が増量と減量との間で最初に反転する時期を基準として、その後の点火時期の遅角抑制率を低下  
30 させることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項4】請求項2記載の内燃機関の点火時期制御装置において、

前記点火時期遅角抑制手段は、当該機関の始動後、前記空燃比補正係数が増量と減量との間で2度目に反転する時期を基準として、その後の点火時期の遅角抑制率を低下  
40 させることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項5】請求項3又は4記載の内燃機関の点火時期制御装置において、

前記点火時期遅角抑制手段は、前記空燃比補正係数が減量補正係数である期間に選択的に前記遅角抑制率を低下  
させることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項6】内燃機関の排気系内に設けられた排気浄化用触媒と、

該排気浄化用触媒の床温を上昇させるべく当該機関の燃焼に係る点火時期を遅角させる点火時期遅角手段と、  
50 当該機関の始動後、同機関の燃焼室内の温度状態を推定

する温度状態推定手段と、

該推定される温度状態の推移に基づいて、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制する点火時期遅角抑制手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項7】請求項6記載の内燃機関の点火時期制御装置において、

前記温度状態推定手段は、機関温度と機関始動後の積算吸気量とに基づいて前記機関の燃焼室内の燃焼状態を推定することを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項8】請求項6又は7記載の内燃機関の点火時期制御装置において、

当該機関の排気系に設けられ、その排気から当該機関に供給される混合気の空燃比を検出する空燃比検出手段と、

該検出される空燃比がリッチのときには燃料噴射量の減量補正係数となり、リーンのときには増量補正係数として逐次変更される空燃比補正係数に基づき、同空燃比が  
20 所定の範囲内に収束されるようにフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、

該空燃比フィードバック制御手段による空燃比フィードバック制御の実行の有無に応じて前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角量を変更する遅角量変更手段と、  
を更に備えてなる内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項9】内燃機関の排気系内に設けられた排気浄化用触媒と、

該排気浄化用触媒の床温を上昇させるべく当該機関の燃焼に係る点火時期を遅角させる点火時期遅角手段と、

30 当該機関の始動後の所定期間、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制する点火時期遅角抑制手段と、

当該機関のアイドル運転状態から非アイドル状態への移行に伴い、前記点火時期遅角抑制手段による点火時期の遅角抑制率を切り換える遅角抑制率切換手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項10】内燃機関の排気系内に設けられた排気浄化用触媒と、

40 該排気浄化用触媒の床温を上昇させるべく当該機関の燃焼に係る点火時期を遅角させる点火時期遅角手段と、

当該機関の始動後の所定期間、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制する点火時期遅角抑制手段と、

当該機関のアイドル運転状態から非アイドル運転状態への移行に伴い、前記点火時期遅角抑制手段による遅角禁止手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、排気の浄化用三元触媒を有する内燃機関の点火時期制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】車載用内燃機関（エンジン）の排気系に設けられた浄化用三元触媒が、好適な浄化作用を発揮するためには、その触媒温度が所定温以上となる必要がある。このため、エンジン始動直後の触媒温が十分に上昇していない期間においては、触媒浄化率が通常運転時と比べ極端に低い。そこで、エンジン始動直後は通常より点火時期を遅角することにより、排気系の速やかな温度上昇を促す制御が従来より行われている。ところが、エンジン始動直後は燃焼室や吸気ポートの温度も低く、燃焼状態が不安定となりがちである。このような状況にあって、更に点火時期の遅角を行えば、アイドル安定性の低下やドライバビリティの悪化を生じさせることとなり、空燃比をリッチ側に調節せざるを得なくなる。そうすると、結局、排気中の一酸化炭素（CO）量や炭化水素（HC）量を増加させる結果となる。そしてこのような傾向は、エンジン始動時の冷却水温が低いときほど顕著となっている。

【0003】そこで、例えば特開平8-232645号公報に記載された「エンジンの排気ガス浄化装置及び排気ガス浄化方法」では、エンジン始動後の所定時間は、遅角による排気温度の上昇効率が高まるような特定範囲の空燃比を目標としてフィードバック制御を行うことにより、浄化用三元触媒の活性化までの時間を短縮化することとしている。

【0004】さらに、特開平9-105374号公報に記載された「エンジンの制御装置」では、エンジン始動直後より、燃料噴射量の増量補正量を変数として含む所定の関数が、ある程度以上の値をとると、点火時期の遅角量を抑制又は禁止するように制御することとしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前者の装置及び方法では、三元触媒の早期活性化は図られるものの、触媒活性化期間、すなわち機関始動直後の点火時期遅角による排気特性の悪化の根本的な解決はなされていない。

【0006】また、後者の装置で適用される関数では、点火時期遅角により排気特性が悪化してしまうタイミングと、点火時期の遅角量の抑制又は禁止を行うタイミングが必ずしも正確に一致しない。

【0007】本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、排気中における一酸化炭素（CO）や炭化水素等（HC）の発生を抑制しつつ、機関始動後の触媒暖機効率も向上させることのできる内燃機関の点火時期制御装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、内燃機関の排気系内に設けられた排気浄化用触媒と、同じく排気系に設けられ、その排気から当該機関に供給される混合気空燃比を検出する空燃比検出手段と、該検出される空燃比に基づき同空燃比が所定の範囲内に収束されるようにフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、前記排気浄化用触媒の床温を上昇させるべく同機関の燃焼に係る点火時期を遅角させる点火時期遅角手段と、当該機関の始動後、前記空燃比検出手段により検出される空燃比の切り替わり時期まで、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制する点火時期遅角抑制手段とを備えることを要旨とする。

【0009】内燃機関の始動直後、点火時期を遅角すれば、暖機性が向上して排気浄化用触媒が早く活性化する反面、ドライバビリティが不安定になり易くなり、結局この暖機期間の排気特性が悪化する。その点、上記構成によれば、排気特性及びドライバビリティを緻密に反映する空燃比の切り替わり時期に基づいて点火時期の遅角或いは遅角の抑制を行うことにより、内燃機関の暖機性向上と、ドライバビリティの不安定化がもたらす排気特性悪化の抑制とを最適な点で均衡させることができるようになる。

【0010】請求項2に記載の発明は、請求項1記載の内燃機関の点火時期制御装置において、前記空燃比フィードバック制御手段は、前記検出される空燃比がリッチのときには燃料噴射量の減量補正係数となり、リーンのときには増量補正係数として逐次変更される空燃比補正係数に基づき、同空燃比が所定の範囲内に収束されるようにフィードバック制御するものであり、前記点火時期遅角抑制手段は、前記機関の始動後、前記空燃比フィードバック制御手段により設定される空燃比補正係数の補正方向切り替わり時期まで、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制するものであることを要旨とする。

【0011】同構成によれば、同機関の空燃比と緻密な対応関係を示す空燃比補正係数を用い、その補正方向切り替わり時期に基づいて点火時期の遅角或いは遅角の抑制を行うことにより、機関始動後の空燃比の切り替わり時期に基づく点火時期の遅角或いは遅角の抑制に係る制御を、より高い精度をもって行うことができるようになる。

【0012】請求項3に記載の発明は、請求項2記載の内燃機関の点火時期制御装置において、前記点火時期遅角抑制手段は、当該機関の始動後、前記空燃比補正係数が増量と減量との間で最初に反転する時期を基準として、その後の点火時期の遅角抑制率を低下させることを要旨とする。

50 【0013】請求項4に記載の発明は、請求項3記載の

内燃機関の点火時期制御装置において、前記点火時期遅角抑制手段は、当該機関の始動後、前記空燃比補正係数が増量と減量との間で2度目に反転する時期を基準として、その後の点火時期の遅角抑制率を低下させることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【0014】上記請求項3又は4に記載した発明の構成によれば、点火時期の遅角及び遅角の抑制を、機関始動後の空燃比の変動に的確に対応させて行うことができるようになる。なお、空燃比補正係数の最初の反転であれ2度目の反転であれ、空燃比がリッチ側に在する期間において点火時期遅角が強化される構成とすることが、ドライバビリティの安定化を図る上でより望ましい。

【0015】請求項5に記載の発明は、請求項3又は4記載の内燃機関の点火時期制御装置において、前記点火時期遅角抑制手段は、前記空燃比補正係数が減量補正係数である期間に選択的に前記遅角抑制率を低下させることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【0016】同構成によれば、機関始動後の空燃比に対応させる点火時期の遅角及び遅角抑制に係る制御の緻密性が一層増し、機関始動時に係るドライバビリティの安定化が一層図られるようになる。

【0017】請求項6に記載の発明は、内燃機関の排気系内に設けられた排気浄化用触媒と、該排気浄化用触媒の床温を上昇させるべく当該機関の燃焼に係る点火時期を遅角させる点火時期遅角手段と、当該機関の始動後、同機関の燃焼室内の温度状態を推定する温度状態推定手段と、該推定される温度状態の推移に基づいて、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制する点火時期遅角抑制手段とを要旨とする。

【0018】同構成によれば、機関始動後の排気特性及びドライバビリティを緻密に反映する機関の燃焼室内の温度状態の推移に基づいて点火時期の遅角量及び遅角抑制量を決定することにより、ドライバビリティの安定性維持に関しては、燃焼室内の温度状態に敏感な点火時期遅角の許容範囲を的確に把握することができるようになる。ひいては、内燃機関の暖機性向上と、ドライバビリティの不安定化がもたらす排気特性悪化の抑制とを最適な点で均衡させることができるようになる。

【0019】請求項7に記載の発明は、請求項6記載の内燃機関の点火時期制御装置において、前記温度状態推定手段は、機関温度と機関始動後の積算吸気量とに基づいて前記機関の燃焼室内の燃焼状態を推定することを要旨とする。

【0020】同構成によれば、機関始動時の燃焼室内の温度状態と密接な関係にある機関温度と、機関始動後の燃焼室内の温度状態の変動と密接な関係にある積算吸気量とから、機関始動後の燃焼室内の温度状態の経時的推移を的確に把握することができるようになる。

【0021】請求項8に記載の発明は、請求項6又は7記載の内燃機関の点火時期制御装置において、当該機関

の排気系に設けられ、その排気から当該機関に供給される混合気空燃比を検出する空燃比検出手段と、該検出される空燃比がリッチのときには燃料噴射量の減量補正係数となり、リーンのときには増量補正係数として逐次変更される空燃比補正係数に基づき、同空燃比が所定の範囲内に収束されるようにフィードバック制御する空燃比フィードバック制御手段と、該空燃比フィードバック制御手段による空燃比フィードバック制御の実行の有無に応じて前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角量を変更する遅角量変更手段とを更に備えることを要旨とする。

【0022】同構成によれば、機関の燃焼状態が安定しているフィードバック制御実行時と、機関の燃焼状態が安定していないフィードバック制御の非実行時とに対応させて点火時期の遅角に係る調節の態様を変更することにより、請求項5又は6に記載の発明による点火時期の最適遅角量の算出に係る制御の緻密性が一層増すこととなる。

【0023】請求項9に記載の発明は、内燃機関の排気系内に設けられた排気浄化用触媒と、該排気浄化用触媒の床温を上昇させるべく当該機関の燃焼に係る点火時期を遅角させる点火時期遅角手段と、当該機関の始動後の所定期間、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制する点火時期遅角抑制手段と、当該機関のアイドル運転状態から非アイドル状態への移行に伴い、前記点火時期遅角抑制手段による点火時期の遅角抑制率を切り換える遅角抑制率切換手段とを備えることを要旨とする。

【0024】同構成によれば、点火時期の遅角が機関燃焼状態の安定性に及ぼす影響が相対的に大きく異なるアイドル運転状態と非アイドル運転状態とに対応させて、点火時期の遅角に係る調節の態様を変更することにより、適宜最適な点火時期を維持することができるようになる。

【0025】請求項10に記載の発明は、内燃機関の排気系内に設けられた排気浄化用触媒と、該排気浄化用触媒の床温を上昇させるべく当該機関の燃焼に係る点火時期を遅角させる点火時期遅角手段と、当該機関の始動後の所定期間、前記点火時期遅角手段による点火時期の遅角を抑制する点火時期遅角抑制手段と、当該機関のアイドル運転状態から非アイドル運転状態への移行に伴い、前記点火時期遅角抑制手段による遅角禁止手段とを備えることを要旨とする。

【0026】同構成によるように、特に非アイドル状態においては、ドライバビリティの安定性維持を優先することで、排気浄化用触媒の暖機促進と、ドライバビリティの安定性維持とを両立する好適な運転状態を保證することができるようになる。

【0027】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）以下、本発明

に係る内燃機関の点火時期制御装置を具体化した第1の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0028】図1は、本実施の形態に係る点火時期制御装置を備えた自動車のエンジンシステムを示す概略構成図である。このシステムにあって、エンジン1は、吸気系2と、燃焼室3と、排気系4とに大別される。

【0029】このうち吸気系2は、その上流より、エアクリーナ（図示せず）、スロットルバルブ5、及びサージタンク6を有して構成され、またその各部には、吸気量センサ7、スロットルポジションセンサ8、及び吸気

温センサ9等がそれぞれ設けられている。

【0030】これらセンサのうち、吸気量センサ7は、スロットルバルブ5の上流側に配されて吸入空気の流れ（吸気量）Gaを検出するセンサであり、スロットルポジションセンサ8は、アクセルペダル5aの踏み込み操作に基づき開閉されるスロットルバルブ5の開度情報を出力する開度センサ8aと、スロットルバルブ5の全閉時にオン状態となるアイドルスイッチ8bとを内蔵する。また、吸気温センサ9は、エンジン1に吸入される

空気（吸気）の温度（吸気温）THAを検出するセンサである。

【0031】また、この吸気系2には、燃料噴射弁10が設けられている。図示しない燃料タンクから圧送される燃料は、該燃料噴射弁10の操作に応じてエンジン1内に噴射供給され、同吸気系2を通じて吸入される空気と混合される。

【0032】他方、排気系4は、三元触媒20、及び酸素センサ11を備えて構成される。三元触媒20は、燃焼室3から排出される排気中に含まれる一酸化炭素（CO）、炭化水素（HC）、及び酸化窒素（NOx）を浄化するために設けられる。酸素センサ11はこの三元触媒20の上流に設けられ、三元触媒通過前における排気中の酸素濃度を検出する。

【0033】その他、同エンジン1には、点火装置であるイグニタ12、分配器であるディストリビュータ13が設けられ、その分配された点火電圧が、各気筒の燃焼室3に設けられた点火プラグ14に印加されるようになっている。

【0034】また、上記ディストリビュータ13には回転数センサ15及び気筒判別センサ16が設けられ、これらセンサ15及び16を通じて、当該エンジン1のエンジン回転数NEが検出され、また燃焼気筒が判別され\*

＊る。

【0035】また、同エンジン1は、そのシリンダブロック1a内を循環する冷却水によって冷却されるようになっており、その冷却水の水温が、同シリンダブロック1aに設けられた水温センサ17によって検出されるようになる。

【0036】こうしたエンジンシステムにおいて、上述した各センサの出力は、エンジン1の制御系としての役割を司る電子制御装置（以下、ECUという）30に対し入力される。

【0037】図2は、このECU30のハードウェア構成についてその概要を示したものであり、次に、この図2を併せ参照して、同ECU30の内部構成を説明する。同図2に示すように、ECU30は、CPU31a、ROM31b、RAM31c、及びバックアップRAM31d等を内蔵したマイクロコンピュータ31を中心に構成される。

【0038】このマイクロコンピュータ31の入力ポートには、アイドルスイッチ8b、回転数センサ15、気筒判別センサ16、をはじめ、A/D変換回路34を介して、吸気量センサ7、吸気温センサ9、水温センサ17、開度センサ8a、及び酸素センサ11等のアナログ信号を出力するセンサが接続されている。また、同マイクロコンピュータ31の出力ポートには、イグニタ12や燃料噴射弁10を駆動する駆動回路35等が接続されている。ECU30は、こうしてマイクロコンピュータ31に取り込まれる各センサの出力に基づいて、エンジン1の燃料噴射量（時間）や点火時期にかかる各種制御を実行する。

【0039】次に、上記ECU30が実行する各種制御のうち、エンジン1の始動時から暖機運転終了時にかけて実行される点火時期遅角制御の詳細について、公知の空燃比フィードバック制御と併せて説明する。

【0040】先ず周知のように、空燃比フィードバック制御（以下、F/B制御という）を行うエンジンシステムにおいては、制御系（例えばECU）がエンジンに供給する燃料噴射量を決定する際には、先ず吸気量やエンジン回転数等に基づき基本燃料噴射量（時間）TAUbsを算出し、例えば以下に示す演算式（1）に従って最終的な目標燃料噴射量（時間）TAUfを算出する。

$$TAUf = TAUbs \times FAF \times K1 \times K2 \times \dots \times Kn \quad (1)$$

但し、

FAF : 空燃比フィードバック補正係数

K1~Kn : 各種補正係数

ここで、空燃比フィードバック補正係数FAFは、燃焼に係る空燃比（燃焼空燃比）A/Fが理論空燃比（通常14.7）に収束するように、排気系に設けられた酸素センサからの検出信号に応じて、基本燃料噴射量TAUbsを増減するための補正係数であり、所定周期で増減

を繰り返すものである。一方、各種補正係数K1~Knは、暖機増量や加減速時等、各種の運転状態に応じて適宜基本燃料噴射量（時間）TAUbsに加味されるものである。

【0041】次に、本実施形態に係るエンジン1を含め、F/B制御を行うエンジンにおいて、始動直後にみられる空燃比フィードバック補正係数FAF及び燃焼に係る燃焼空燃比A/Fの変化態様について説明する。

【0042】図3は、エンジン1の始動後、空燃比 $A/F$ が理論空燃比近傍で安定するまでの期間、いわゆる暖機運転期間における空燃比フィードバック補正係数 $F_{AF}$ （図3（a））及び燃焼空燃比 $A/F$ （図3（b））の推移例を同一時間軸（横軸）上に示すタイムチャートである。

【0043】まず、エンジン始動時（ $t_0$ ）直後においては、燃焼空燃比 $A/F$ をリッチ（燃料過多）として安定した燃焼状態の維持を優先的に図るとともに、エンジン1の暖機を促すため、燃料噴射量の強制的な増量補正

を行い、 $F/B$ 制御は行わない。

【0044】このため、図3（a）に示すように、エンジン始動時から時刻 $A$ までの所定時間は、空燃比フィードバック補正係数 $F_{AF}$ は基準値「1.0」（補正なし）を維持することとなる。時刻 $t_a$ 以後 $F/B$ 制御が開始されると、これまでリッチ側（ $A/F < 14.7$ ）にあった燃焼空燃比 $A/F$ が理論空燃比に向かうよう空燃比フィードバック補正係数 $F_{AF}$ の減量を開始する。すなわち、空燃比フィードバック補正係数 $F_{AF}$ は、先ず所定の比例定数 $R_{SL}$ 分減量（スキップ制御）された後、酸素センサ11からの検出信号に基づく燃焼空燃比が理論空燃比に回復するまで所定の変化率をもって更に徐変減量（積分制御）される。そして、同燃焼空燃比が理論空燃比に達した後（時刻 $t_b$ 以後）は、周知の空燃比フィードバック制御の態様に移行する。すなわち、所定の比例定数 $R_{SR}$ 分の増量（スキップ制御）、徐変による増量（積分制御）、所定の比例定数 $R_{SL}$ 分の減量、徐変による減量（積分制御）を順次繰り返す態様で空燃比フィードバック補正係数 $F_{AF}$ を増減させつつ燃焼空燃比 $A/F$ を理論空燃比に収束させるよう燃料噴射量（時間）の補正を行う。

【0045】一方、ECU30は、エンジン1の運転状態に応じて混合気の燃焼に係る点火時期の制御を行う。この点火時期の決定に際しては、先ず、吸気量 $G_a$ 及びエンジン回転数 $NE$ 等に基づき、周知の基本点火時期マップを参照して基本点火時期 $Abs$ を算出する。そしてこの基本点火時期 $Abs$ に対し、暖機促進、アイドル運転時の運転安定性向上、及びノック抑制等の制御に係る各種補正係数を加味することにより、目標となる点火時期 $AOP$ を決定する。

【0046】ここで、本実施形態に係る点火時期制御装置では、前記空燃比フィードバック制御の開始前後に係るエンジン始動直後、エンジンの速やかな暖機と三元触媒による好適な排気浄化作用の維持とを両立させるべく、基本点火時期 $Abs$ の補正量である点火時期遅角量 $ACAT$ の算出を行う。

【0047】以下、本実施形態においてECU30により実行される「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」の処理内容について、フローチャートを参照して説明する。

【0048】図4は、エンジン1の冷間始動時において、基本点火時期 $Abs$ の補正量である目標点火時期遅角量 $ACAT$ を算出するための「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」を示すフローチャートである。本ルーチンは、ECU30により所定時間毎に周期的に実行される。

【0049】処理がこのルーチンに移行すると、ECU30は先ずステップ101において、エンジン1の運転状態が冷間始動時にあるか否か、すなわち、冷却水温 $THW$ が所定温（例えば $70^{\circ}C$ ）未満であり、且つエンジン1の始動後所定時間経過前であるか否かを判断する。そしてその判断が肯定であれば、冷間始動時に係る点火時期遅角制御の実行条件下にあるとみなして処理をステップ102に移行し、一方、その判断が否定であれば本ルーチンを抜ける。

【0050】ステップ102においては、基本遅角量 $ACAT_{map}$ を算出する。この基本遅角量 $ACAT_{map}$ は、冷却水温 $THW$ 、吸気量 $G_a$ 、及びエンジン回転数 $NE$ 等に基づき、図示しない周知の基本遅角量マップを参照して算出する。

【0051】ちなみに、このマップ上で求める基本遅角量 $ACAT_{map}$ は、冷却水温 $THW$ が高いときほど大きく、吸気量 $G_a$ が大きいときほど小さく、またエンジン回転数 $NE$ が高いときほど小さく設定される傾向にある。ただし、同基本遅角量 $ACAT_{map}$ と各種パラメータ $THW$ 、 $G_a$ 、 $NE$ 等との関係は、ノッキング回避等、実験的な設定要素への依存も大きいため、必ずしも単調なものではない。

【0052】続くステップ103においては、遅角量抑制率 $\alpha$ （ $0 \leq \alpha \leq 1$ ）の算出を行う。遅角量抑制率 $\alpha$ は、エンジン始動時からの時間経過に伴う三元触媒20の暖機状態の変化を反映する経過時間より一義的に求まるよう設定される関数であり、エンジン始動時から所定時間は一定値（「1」）を保持し、当該時間経過後、基本遅角量 $ACAT_{map}$ を所定の割合で減衰させていくように設定される周知の補正係数である。すなわち、エンジン始動時から時間が経過するほど三元触媒20の床温が徐々に上昇すると推定されるので、暖機作用の必要性が減少するにつれ、点火時期の遅角量も減衰させていくのである。

【0053】更に続くステップ104においては、エンジン始動後、フィードバック補正係数 $F_{AF}$ に減量から増量への反転履歴があるか否かを認識する。前述したように、エンジン始動時から所定時間が経過するまで $F/B$ 制御は開始されず、空燃比フィードバック補正係数 $F_{AF}$ は基準値「1」（補正なし）を維持することとなる（図3（a）参照）。そして、 $F/B$ 制御が開始されると、これまでリッチ傾向にあった燃焼空燃比 $A/F$ を理論空燃比に収束させる。このとき、当該 $F/B$ 制御の態様として、空燃比フィードバック補正係数 $F_{AF}$ は、先

10

20

30

40

50

ず所定の比例定数RSL分減量（リーンスキップ制御）された後、酸素センサ11からの検出信号に基づく空燃比が理論空燃比に回復するまで所定の変化率をもって更に徐変減量（積分制御）されることとなる。ここで、図3（b）において示すように、時刻tbに燃焼空燃比が初めてリッチ（A/F<14.7）からリーン（A/F≥14.7）に移行し、これに対応してECU30は、空燃比フィードバック補正係数FAFを所定の比例定数RSR分増量（リッチスキップ制御）する（図3（a）参照）。すなわち、同ステップ104では、エンジン始動後、このリッチスキップ制御の履歴があるか否かを認識することにより、燃焼空燃比A/Fが理論空燃比（14.7）近傍にあるか否かを判断することとしている。そしてECU30は、その判断が肯定であれば処理をス\*

$$ACATy = ACATmap \times \alpha \times \beta \quad (2)$$

次に、ステップ108においては、過剰な点火時期遅角によって起こる失火をガード（防止）するための処理を行う。すなわち、別途ルーチンにおいて算出される基本点火時期Absの最新値に前記ステップ107で算出された要求遅角量ACATyを加味することによって要求点火時期AOPyを求める。そして、この要求点火時期AOPyが燃料噴射量（時間）TAUfやエンジン回転数NE等、現在の運転状態に照らして、失火領域内にあるか否かを図示しない周知の失火領域マップより判断する。要求点火時期AOPyが失火領域内にはないと判断すれば、前記要求遅角量ACATyを今回の目標点火時期遅角量ACATmとして記憶する。一方、要求点火時期AOPyが失火領域内にあると判断すれば、前記失火領域マップに基づいて、前記現在の運転状態において失火領域外にある最も遅角側の点火時期を読み込むとともに、この最も遅角側の点火時期に対応する点火時期遅角量を逆算し、これを今回の目標点火時期遅角量ACATmとして記憶する。

【0056】続くステップ109においては、遅角量ACATの急激な変動を抑制するために、目標遅角量AOPmの徐変処理を行う。すなわち、前回採用した点火時期遅角量ACATと今回算出した目標点火時期遅角量AOPmとの加重平均（なまし）処理を行い、今回の点火時期遅角量ACATを算出する。

【0057】そしてECU30は、その後の処理を一旦終了する。ECU30は、以上説明した「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」に基づき、エンジン始動直後、エンジン1の速やかな暖機と三元触媒20による好適な排気浄化作用の維持とを両立させるべく、基本点火時期Absの補正量である点火時期遅角量ACATの算出を行う。

【0058】図5は、本実施形態の点火時期制御装置によりエンジン始動後の点火時期遅角制御を行う場合、空燃比フィードバック補正係数FAF（図5（a））、空燃比A/F（図5（b））、及び点火遅角量ACAT

\*ステップ105に移行し、その判断が否定であれば処理をステップ106に移行する。

【0054】ステップ105においては、前述した遅角抑制率αに加え、空燃比A/Fに応じて基本遅角量ACATmapに更なる抑制項として加味される遅角量抑制率βを「1.0」（抑制なし）に設定し、一方、ステップ106においては同遅角量抑制率βを「0.2」に設定する。そして、いずれのステップにおける処理を経た後においても、その後の処理をステップ107に移行する。

【0055】ステップ107においては、要求遅角量ACATyの算出を行う。要求遅角量ACATyは、先に求めた基本遅角量ACATmap及び上記遅角量抑制率α、βに基づき以下の演算式（2）に従って算出する。

（図5（c））がどのように変化するか、その推移例を同一時間軸（横軸）上に示すタイムチャートである。

【0059】図5（a）及び図5（b）に示すように、エンジン始動（時刻to）後所定時間が経過し、F/B制御が開始されると（時刻ta）、空燃比フィードバック補正係数FAFの動作（図5（a））に応じて燃焼空燃比A/Fもリッチから理論空燃比に向かって収束をはじめ、続いて理論空燃比を中心とした周期的な変動を繰り返す（図5（b））ことは、先の図3において説明した通りである。

【0060】ここで図5（c）に示すように、本実施形態に係る点火時期遅角量ACATは、エンジン始動時（時刻to）直後には、「0.2」の遅角量抑制率βをもって算出されることとなる（図4ステップ106及び演算式（2）参照）。そして、空燃比フィードバック補正係数FAFの最初の反転時（時刻tb）以降、点火遅角量ACATは「1」の遅角量抑制率βをもって算出されることとなる（図4ステップ105及び演算式（2）参照）。この時、基本遅角量ACATmap及び遅角量抑制率αの変動を無視すれば、点火時期遅角量ACATは時刻tb以降所定量に達するまで徐変増量（遅角量減衰処理）されることとなり、以後、点火時期遅角量ACATに対する遅角量抑制率βの影響はなくなる。このため、点火時期遅角による排気特性の悪化の抑制と排気温度の上昇による三元触媒20床温の速やかな温度上昇とを最適な態様で均衡させることができるようになる。

【0061】以上説明したように、上記態様でエンジン始動後の点火時期の遅角制御を行う本実施形態によれば、以下のような効果が奏せられるようになる。すなわち、エンジン1の冷間始動時において、空燃比フィードバック制御開始後、燃焼空燃比A/Fが理論空燃比近傍に達するタイミングを的確に捕らえ、点火時期の遅角抑制を解除するようにしたこと、点火時期遅角による排気特性の悪化の抑制と排気温度の上昇による三元触媒20床温の速やかな温度上昇とを最適な態様で均衡させる

ことができるようになり、もってエンジン始動後の平均的な排気特性を最適化することができるようになる。

【0062】なお、本実施形態においては、エンジン1の始動後、空燃比フィードバック補正係数FAFの最初の反転時以降、遅角量抑制の低減を開始することとした。これに代え、空燃比フィードバック補正係数FAFの2回目の反転時(図5(c))に時刻 $t_c$ として示す)以降、すなわち燃焼空燃比 $A/F$ が理論空燃比を越えてリッチからリーンへ確実に移行し、更にリッチへ移行した後に遅角量抑制の低減を開始してもよい。点火時期の遅角は、燃焼空燃比 $A/F$ が理論空燃比近傍にあり、且つリーン側よりもリッチ側において行う方が、ドライバビリティの安定性には望ましい。そこで、このような構成にすれば、遅角抑制の低減が理論空燃比 $A/F$ 近傍のリッチ側において開始されることとなり、ドライバビリティに係る安定性保持の信頼性が更に増すこととなる。

(第2実施形態)次に、本発明に係る点火時期制御装置を具体化した第2の実施の形態について、上記第1の実施の形態と異なる点を中心に説明する。

【0063】該第2の実施の形態の装置は、同じく自動車のエンジンシステムに適用され、エンジン始動直後、エンジンの速やかな暖機と三元触媒による好適な排気浄化作用の維持とを両立させるべく、基本点火時期 $Abs$ の補正量である点火時期遅角量 $ACAT$ の算出を行うものである。

【0064】また、第2の実施の形態の装置にあって、適用対象とする自動車のエンジンシステムの構成(図1)、ECU(電子制御装置)30の回路構成(図2)は先の第1の実施形態の装置と同様であり、それら構成に関するここでの重複する説明は割愛する。

【0065】先ず、本実施形態に係る装置が実行する冷間始動時の点火時期遅角制御について、その概略を説明する。 $F/B$ 制御が行われる際、空燃比フィードバック補正係数FAFは、比例定数分のスキップ(スキップ制御)と徐変(積分制御)とによる増減を繰り返すことは、先の第1実施形態において説明した通りである。ここで、一般的に、アイドル運転時に $F/B$ 制御を行う際には、通常運転時に $F/B$ 制御を行う際と比べて、スキップ制御のための比例定数を小さく設定することが多く、本実施形態のエンジンシステムにあって同様の設定がなされている。アイドル運転時には、吸気量 $G_a$ やエンジン回転数 $NE$ 等の急変に対応する $F/B$ 制御の高応答性よりは、むしろ空燃比フィードバック補正係数FAFの変動幅を縮小させることの方が重視されるからである。

【0066】例えば、図6は、アイドル時の $F/B$ 制御\*  

$$t_i < (t_{lskp} - t_{rskp}) / 2$$
ただし、 $t_i$ 、 $t_{lskp}$ 、及び $t_{rskp}$ は、本ルーチンとは別途に設けられたタイマカウンタにより所定期間でインクリメントされるカウント値を意味し、 $F/B$ 制御に係

\*に係る空燃比フィードバック補正係数FAFの波形及びこれに対応する燃焼空燃比 $A/F$ を同一時間軸上に示したタイムチャートである。

【0067】同図に示すように、アイドル運転時に $F/B$ 制御を行う場合、通常運転時の場合に比してスキップ制御にかかる比例定数 $RSR$ 及び $SSL$ が小さく設定されている。このため、例えば空燃比フィードバックFAFは時刻 $t_d$ において所定の比例定数 $SSL$ をもって減量(スキップ制御)されているが、燃焼空燃比 $A/F$ は同時刻 $t_d$ においてリッチ( $A/F < 14.7$ )からリーン( $A/F \geq 14.7$ )には移行しておらず、空燃比フィードバック補正係数FAFの積分制御がしばらく継続した後、時刻 $t_e$ においてリーンに移行している。

【0068】ところで、エンジン始動後のアイドル運転時のように、エンジン1の運転制御にとって運転状態の安定性維持が優先する場合、点火時期の遅角を実行する運転状態としては、燃焼空燃比 $A/F$ が理論空燃比、或いはリッチ側の理論空燃比近傍にあることが好ましい。

【0069】そこで、本実施形態では、エンジン始動後、空燃比フィードバック制御が開始された後、燃焼空燃比 $A/F$ が理論空燃比近傍で、且つリッチ側にあるタイミングを選択して点火時期の遅角抑制を解除するよう制御を行うこととしている。

【0070】さて、この第2の実施形態の装置による冷間始動時の点火時期遅角制御では、先の図4において示した「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」のステップ104における処理に替え、図7に示す一連の異なる処理、ステップ204a～ステップ204cを行うこととしている。

【0071】すなわち同図7に示すように、本実施形態においては、ステップ103での遅角量抑制率 $\alpha$ の算出処理を経た後、処理をステップ204aに移行する。ステップ204aにおいては、エンジン始動後、空燃比フィードバック補正係数FAFに係る増量から減量、若しくは減量から増量への反転回数が2回以上であるか否かを判断する。そして、その判断が肯定であれば処理をステップ204bに移行し、その判断が否定であれば本ルーチンを一旦抜ける。

【0072】ステップ204bにおいては、先に説明した $F/B$ 制御で、現在空燃比フィードバック補正係数FAFの徐変減量に係る積分制御が実行されているか否かを判断する。そして、その判断が肯定であれば処理をステップ204cに移行し、その判断が否定であれば本ルーチンを一旦抜ける。

【0073】ステップ204cにおいては、以下の不等式(3)が成立するか否かの判断を行う。

$$(3)$$

るFAFの変化態様に基づいて以下の時刻におけるカウント値をそれぞれ記憶したものである。

$t_i$  : 現在の時刻



t1skp: 前回FAFが増量から減量に反転した時刻  
 trskp: 前回FAFが減量から増量に反転した時刻  
 そこで、同ステップ204cにおいて上記不等式(3)が成立していると判断すれば処理をステップ105に移行し、同不等式(3)は成立していないと判断すれば処理をステップ106に移行する。

【0074】そして、ステップ105又はステップ106以降の処理については先の第1実施形態において説明したものと同一の処理を行うこととする。本実施形態の点火時期制御装置は、以上説明した態様で先の第1実施形態同様、エンジン始動直後、エンジンの速やかな暖機と三元触媒による好適な排気浄化作用の維持とを両立させるべく、基本点火時期Ab sの補正量である点火時期遅角量ACATの算出を行う。

【0075】図8は、本実施形態の点火時期制御装置によりエンジン始動後の点火時期遅角制御を行う場合、空燃比フィードバック補正係数FAF(図8(a))、空燃比A/F(図8(b))、及び点火遅角量ACAT(図8(c))がどのように変化するか、その一態様例を同一時間軸(横軸)上に示すタイムチャートである。

【0076】図8(a)及び図8(b)に示すように、エンジン始動後(時刻t0以後)所定時間が経過し、F/B制御が開始されると、空燃比フィードバック補正係数FAFの推移(図8(a))に応じて燃焼空燃比A/Fもリッチから理論空燃比に向かって収束をはじめ、続いて理論空燃比を中心とした周期的な変動を繰り返す(図8(b))ことは、先の第1実施形態と同様である。

【0077】ここで図8(c)に示すように、本実施形態に係る点火時期遅角量ACATは、エンジン始動時(時刻t0)直後には、「0.2」の遅角量抑制率 $\beta$ をもって算出されることとなる(図7ステップ106及び演算式(2)参照)。そして、空燃比フィードバック補正係数FAFの最初の反転時(時刻t1)以降、点火遅角量ACATは「1」の遅角量抑制率 $\beta$ をもって算出されることも先の第1実施形態同様である。

【0078】ただし、本実施形態の点火時期制御装置では、先の図6で説明したように、燃焼空燃比A/Fが理論空燃比近傍であり、且つ確実にリッチ側に在る期間(td-te)(図6(b))を空燃比フィードバック補正係数FAFの変化態様(図6(a))に基づいて選択することにより、同期間(図8(c)においては期間T1、T2、及びT3)に点火時期ACATに係る遅角抑制を段階的に低減していくこととしている。このため、点火時期遅角による三元触媒20床温の温度上昇を促すことができるようになる。

【0079】以上説明したように、上記態様でエンジン始動後の点火時期の遅角制御を行う本実施形態によれば、以下のような効果が奏せられるようになる。すなわち、エンジンの冷間始動時において、空燃比フィードバック制御開始後、燃焼空燃比が理論空燃比近傍であ

て、しかも点火時期遅角によるアイドル安定性の乱れを生じないリッチ側に滞留している期間を緻密に捕らえ、点火時期の遅角抑制を解除するようにしたことで、点火時期遅角によるドライバビリティの低下に起因する排気特性の悪化を一層好適に抑制しつつ、排気温度の上昇による三元触媒20床温の速やかな温度上昇を促すことができるようになり、もってエンジン始動後の平均的な排気特性を最適化することができるようになる。

【0080】なお、本実施形態においては、上記不等式(3)に基づく判断に従い点火時期の遅角抑制を徐々に低減していくこととした。ただし、同不等式(3)に基づく判断は、空燃比フィードバック制御が開始された後、燃焼空燃比A/Fが理論空燃比近傍にあって、リッチ側に在するという条件を確実に満たすと推定することができる判定基準にすぎない。そこで、このような点火時期の遅角抑制の低減期間を決定する判断は上記式(3)に限られるものではなく、上記燃焼空燃比A/Fに係る条件を判断できる如何なる不等式や演算式等を採用してもよい。

(第3実施形態)次に、本発明に係る点火時期制御装置を具体化した第3の実施の形態について、上記第1の実施の形態と異なる点を中心に説明する。

【0081】該第3の実施の形態の装置も、同じく自動車のエンジンシステムに適用され、エンジン始動着後、エンジンの速やかな暖機と三元触媒による好適な排気浄化作用の維持とを両立させるべく、基本点火時期Ab sの補正量である点火時期遅角量ACATの算出を行うものである。

【0082】また、第3の実施の形態の装置にあって、適用対象とする自動車のエンジンシステムの構成(図1)、ECU(電子制御装置)30の回路構成(図2)は先の第1実施形態の装置と同様であり、それら構成に関するここでの重複する説明は割愛する。

【0083】先ず、本実施形態に係る装置が実行する冷間始動時の点火時期遅角制御について、その概略を説明する。エンジン始動後、点火時期を遅角させて排気温を高めれば、三元触媒の床温が速やかに上昇して排気の浄化効率を迅速に高めることができるようになるが、暖機が十分に完了していない状態で点火時期を遅角するとエンジンの燃焼状態を悪化させ、かえって排気特性を悪化させてしまうことは上述した通りである。このエンジン始動直後の点火時期遅角によるエンジンの燃焼状態の悪化は、エンジン始動直後は吸排気ポート等燃焼室周辺の温度が十分に高まっていないことに起因する。すなわち、エンジン始動直後における点火時期の許容遅角量は、直接的には燃焼室周辺の温度に応じて定まるといえる。

【0084】ここで、本実施形態の点火時期制御装置にあっては、燃焼室周辺の温度を複合的に代表するパラメータとして、エンジン始動時の冷却水温及びエンジン始

動後の積算吸気量を用い、点火時期に係る遅角量の許容範囲を算出することとしている。

【0085】以下、本実施形態においてECU30により実行される「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」の処理内容について、フローチャートを参照して説明する。

【0086】図9は、エンジン1の冷間始動時において、基本点火時期A b sの補正量である目標点火時期遅角量ACATを算出するための「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」を示すフローチャートである。本ルーチンは、ECU30により所定時間毎に周期的に実行される。

【0087】まず、本ルーチンのステップ301～ステップ303における一連の処理では、エンジン1の運転状態が冷間始動時である否かの判断（ステップ301）、基本遅角量ACATmapの算出（ステップ302）、及び遅角量抑制率αの算出（ステップ303）を行う。これらは、先の第1実施形態で説明した「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」（図4）のステップ101～ステップ103における一連の処理に対応しており、その処理内容も同一である。

【0088】次に、前記ステップ303に続くステップ304においては、基本遅角実行率γを算出する。この基本遅角実行率γは、エンジン1の運転状態がF/B制御の実行条件を満たしているか否かの判断と、同じくエンジン1がアイドル運転中であるか否かの判断とに基づき、例えば図10（a）に示す二次元マップを参照して算出する。ちなみに、F/B制御の実行条件は、例えば以下に示す条件（a1）～（a3）を全て満たしている＊

$$ACATy = ACATmap \times \alpha \times \gamma \times \delta \quad (4)$$

続くステップ307及びステップ308における失火ガード及び遅角量徐変処理は、第1実施形態の「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」で説明したステップ108及びステップ109におけるそれぞれの処理と同一である。そして、両ステップ307及びステップ307における一連の処理を終えた後、ECU30はその後の処理を一旦終了する。

【0091】ECU30は、以上説明した「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」に基づき、エンジン始動直後、エンジンの速やかな暖機と三元触媒による好適な排気浄化作用の維持とを両立させるべく、基本点火時期A b sの補正量である点火時期遅角量ACATの算出を行う。

【0092】図11は、本実施形態の点火時期制御装置によりエンジン始動後の点火時期遅角制御を行う場合、空燃比フィードバック補正係数FAF（図11（a））及び点火時期遅角量ACAT（図11（b））がどのように変化するか、その一様例を同一時間軸上に示すタイムチャートである。

【0093】同図11（a）及び（b）に示すように、

＊か否かにより判断する。

（a1）冷却水温THWが所定温度以上であること。

（a2）酸素センサ11が活性化状態であること。

（a3）エンジンが高負荷又は高回転状態でないこと。

そして、同マップから明らかなように、エンジン1の運転状態が上記F/B制御実行条件を満たしている場合には、ECU30は基本遅角実行率γを「1.0」に設定する。すなわち、基本遅角量ACATmapは基本遅角実行率γによる補正の影響を受けない。また、エンジン1の運転状態がF/B制御実行条件を満たしている場合であって、且つアイドル運転状態であれば、基本遅角量実行率は所定値「0.2」に設定され、同値をもって基本遅角量ACATmapを乗算補正（減量）することとなる。一方、エンジン1の運転状態がF/B制御条件を満たしている場合であって、且つ通常運転状態であれば、基本遅角実行率γを「0」に設定する。すなわち、基本遅角量ACATmapに「0」が乗算されることとなり、点火時期の遅角は行われない。

【0089】続くステップ305においては、遅角抑制率δを算出する。この遅角抑制率δは、エンジン1の始動時水温THW0と、エンジン1の始動時から現在までの積算吸気量に基づき、例えば図10（b）及び図10（c）に示す二次元マップを参照して算出する。

【0090】続くステップ306においては、要求遅角量ACATyの算出を行う。要求遅角量ACATyは、先に求めた基本遅角量ACATmap及び上記遅角量抑制率α、γ、δに基づき以下の演算式（4）に従って算出する。

エンジン1が時刻t0に始動した後、所定時間が経過して前記F/B制御実行条件が満たされるようになると、ECU30はF/B制御を開始し（時刻tf）、それまでリッチ側にあった燃焼空燃比A/Fを理論空燃比に向かって収束させるべく空燃比フィードバック補正係数FAFを減量させ始める。運転者がアクセル操作を行わなければこの時までアイドル運転状態が持続することとなるため、図10（a）のマップ上で示したように遅角量抑制率γは一定値（0.2）を保持し、点火時期遅角量ACATは同遅角量抑制率γの変動による影響を受けない。時刻tf以後は、同マップ上に示したように遅角量抑制率による点火遅角抑制を解除（γ=1）するため、点火時期遅角量ACATが増加する。ただし、前記「冷間始動時の点火時期遅角量制御ルーチン」（図9）において説明したように、点火時期の変化に対しては徐変処理がなされるために、点火時期遅角量ACATは急激に増大することではなく、図11（b）の時刻tf～td間に示すように所定の変化率をもって徐変されることとなる。

【0094】次に、図12（a）～（e）には、本実施

形態の点火時期遅角制御装置によりエンジン始動後の点火遅角制御が行われる場合であって、特に暖機終了前に運転者がアクセル操作を開始する場合における各種運転状態の時間的変化を明確に示すものである。各図12

(a)～(e)における縦軸上の変化量は、それぞれエンジン回転数NE(図12(a))、積算吸気量 $\Sigma Ga$ (図12(b))、点火時期遅角量ACAT(図12(c))、点火時期AOP(図12(d))並びに遅角量抑制率 $\delta$ (図12(e))を示す。また横軸は、全て同一の時間軸を示すものとする。

【0095】例えば、時刻 $t_0$ にエンジン1の運転が開始され、アイドル状態で暖機運転がおこなわれていたところ、暖機運転完了以前の時刻 $t_h$ に運転者がアクセル操作を開始したとする。

【0096】このような状況では、先ず図12(a)に示すように、時刻 $t_0$ にエンジン1が始動することによってエンジン回転数NEが所定アイドル回転数NEiまで高まり、しばらくは同アイドル回転数NEiを維持する。ここで、時刻 $t_h$ において運転者がアクセル操作を開始した場合、ECU30は抑制遅角率 $\delta$ の算出に際して参照するマップをアイドル運転時に対応するもの(図10(b)参照)から通常運転時に対応するもの(図10(c)参照)に切り換える。そこで図12(c)に示すように、点火時期遅角量ACATは、アイドル運転時か否かに係る運転状態と燃焼室3内の状態とに基づく最適な遅角量抑制率 $\delta$ を選択する。ここで、図10(b)及び図10(c)の両マップを比較しても明らかなように、遅角量抑制率 $\delta$ を「0」とする点火時期遅角の禁止領域は、アイドル運転状態に比べ、通常運転状態において広く設定されている。また、両マップ上における点火時期遅角の禁止領域外の数値を比較した場合には、通常運転状態における遅角量抑制率 $\delta$ がアイドル運転状態における遅角量抑制率に比して小さく設定される傾向にある。図12(e)は、運転状態の切り換わりに起因する遅角量抑制率 $\delta$ のこうした傾向を模式的に示している。すなわち、エンジン1がアイドル運転状態から通常運転状態に切り換わると、点火時期の遅角量をより強く抑制するように制御がなされる。その結果として、図12(c)及び図12(d)に示すように、エンジン1の暖機運転状態に係るアイドル運転時にアクセル操作を開始すると(時刻 $t_h$ )、点火時期の遅角量ACATは無条件に抑制又は禁止されるようになる(図12(c))。言い換えれば、点火時期AOPの進角を許容してドライバビリティの維持が優先的に図られる(図12(d))。

【0097】さらに、前記運転状態の切り換える際に暖機が進んでいればいほど、言い換えれば燃焼室3内の温度が高ければ高いほど遅角量抑制率 $\delta$ は小さくなるように前記通常運転時用のマップ(図10(c))を設定する。このため、例えば図13に示すように、暖機終了前

に運転者がアクセル操作を開始するような状況が生じる場合であっても、そのアクセル操作の開始時期が $t_j$ から $t_k$ 、 $t_l$ へと後になるほど、アイドル運転状態の期間が長くなり、同アクセル操作を開始した時点で暖機のために必要とされる残り時間(熱量)が小さくなる。よって、遅角量抑制率 $\delta$ の変化を小さくするようにマップ上の値が選択されることとなる。

【0098】ここで、従来の点火時期制御装置にあっては、同図12(c)において破線で示すように、暖機運転状態に係るアイドル運転時にアクセル操作が開始されると、点火時期の遅角が強化されていた。このため、エンジン負荷の増大に応じた点火時期AOPの進角が的確に行われず(図12(d)破線参照)、ひいては図12(a)に破線で示すように、エンジン回転数NE(若しくはトルク)がなめらかに上昇しない、いわゆるもたつきを生じていた。このようなもたつきは、かえってエンジンの燃焼状態を悪化させ、排気特性を低下させることとなる。

【0099】この点、本実施形態によれば、先に説明した空燃比フィードバック制御の実行の有無、及びアイドル運転時か否かの判断に応じて冷間始動時に係る点火時期の遅角抑制を適切に行うことと併せて、急発進等、暖機終了前のアクセル操作に対しては、点火時期の遅角抑制を強化することによりドライバビリティの安定を図ることとしている。このため、排気特性とドライバビリティとの両立が好適に図られ、エンジンの冷間始動期間の平均的な排気特性を向上させるという観点からも、点火時期の遅角抑制及び強化に係る最適な均衡点が適宜選択されるようになる。

【0100】以上説明したように、上記態様でエンジン始動後の点火時期の遅角制御を行う本実施形態によれば、以下のような効果を奏することができるようになる。すなわち、エンジン1の冷間始動時にあって、点火時期の遅角によるドライバビリティの安定性悪化とはほぼ一義的な関係にある燃焼室3内の温度を点火時期抑制に係る基準として適用するようにしたこと、暖機効率と排気特性の悪化抑制との最適な均衡点において点火時期の遅角制御を行うことができるようになる。

【0101】さらに、上記燃焼室3内の温度状態の推定にあたっては、その温度初期値として始動時冷却水温 $T_{HW0}$ 、またその温度の変動を示すパラメータとして積算吸気量 $\Sigma Ga$ を適用するようにしたこと、より正確な推定を行うことができるようになり、制御の緻密性が増すこととなる。

【0102】なお、本実施形態では、燃焼室3内の温度の変動を示すパラメータとして積算吸気量 $\Sigma Ga$ を採用することとしたが、積算エンジン回転数、冷却水温、排気系内温度、三元触媒20の床温等、エンジン1の総負荷量を代表する他のパラメータ、或いはそれらを複数の変数として用いた関数により燃焼室3内の温度を推定し

てもよい。また、その初期値としても、吸気温や所定時間経過後の冷却水温等のパラメータを適用することもできる。

【0103】また、上記第1及び第2の実施形態においては、点火時期の遅角抑制を低減するタイミングや期間として、空燃比フィードバック補正係数FAFの変化態様を判断基準として用いた。これに対し、例えば酸素センサ11からの検出信号を判断の基準として用いることもできる。要は、空燃比フィードバック制御による燃焼空燃比A/Fの変化態様を緻密に反映する如何なるパラメータを用いても、同第1及び第2の実施形態と同様の効果を奏することはできる。

【0104】また、上記第3の実施形態において採用した遅角抑制率 $\delta$ 及び上記第1又は第2の実施形態において採用した遅角量抑制率 $\beta$ は、互いに他の実施形態の点火時期の遅角制御で併せて採用することもできる。この場合、例えば第1及び第2の実施形態に係る「冷間始動時の点火時期遅角制御ルーチン」において、遅角量抑制率 $\delta$ の算出を行うステップを設け、毎回のルーチンで算出する両遅角量抑制率 $\beta$ 及び $\delta$ のうち、何れか小さい方のみを要求遅角量AOPyの算出に用いることとする。このような構成により、制御の緻密性が一層増すこととなる。

【0105】

【発明の効果】請求項1に記載した発明によれば、排気特性及びドライバビリティを緻密に反映する空燃比の切替わり時期に基づいて点火時期の遅角或いは遅角の抑制を行うことにより、内燃機関の暖機性向上と、ドライバビリティの不安定化がもたらす排気特性悪化の抑制とを最適な点で均衡させることができるようになる。

【0106】請求項2に記載した発明によれば、同機関の空燃比と緻密な対応関係を示す空燃比補正係数を用い、その補正方向切替わり時期に基づいて点火時期の遅角或いは遅角の抑制を行うことにより、機関始動後の空燃比の切替わり時期に基づく点火時期の遅角或いは遅角の抑制に係る制御を、より高い精度をもって行うことができるようになる。

【0107】上記請求項3又は4に記載した発明によれば、点火時期の遅角及び遅角の抑制を、機関始動後の空燃比の変動に的確に対応させて行うことができるようになる。なお、空燃比補正係数の最初の反転であれ2度目の反転であれ、空燃比がリッチ側に在する期間において点火時期遅角が強化される構成とすることが、ドライバビリティの安定化を図る上でより望ましい。

【0108】請求項5に記載した発明によれば、機関始動後の空燃比に対応させる点火時期の遅角及び遅角抑制に係る制御の緻密性が一層増し、機関始動時に係るドライバビリティの安定化が一層図られるようになる。

【0109】請求項6に記載した発明によれば、機関始動後の排気特性及びドライバビリティを緻密に反映する

機関の燃焼室内の温度状態の推移に基づいて点火時期の遅角量及び遅角抑制量を決定することにより、ドライバビリティの安定性維持に関しては、燃焼室内の温度状態に敏感な点火時期遅角の許容範囲を的確に把握することができるようになる。ひいては、内燃機関の暖機性向上と、ドライバビリティの不安定化がもたらす排気特性悪化の抑制とを最適な点で均衡させることができるようになる。

【0110】請求項7に記載した発明によれば、機関始動時の燃焼室内の温度状態と密接な関係にある機関温度と、機関始動後の燃焼室内の温度状態の変動と密接な関係にある積算吸気量とから、機関始動後の燃焼室内の温度状態の経時的推移を的確に把握することができるようになる。

【0111】請求項8に記載した発明によれば、機関の燃焼状態が安定しているフィードバック制御実行時と、機関の燃焼状態が安定していないフィードバック制御の非実行時とに対応させて点火時期の遅角に係る調節の態様を変更することにより、請求項5又は6に記載の発明による点火時期の最適遅角量の算出に係る制御の緻密性が一層増すこととなる。

【0112】請求項9に記載した発明によれば、点火時期の遅角が機関燃焼状態の安定性に及ぼす影響が相対的に大きく異なるアイドル運転状態と非アイドル運転状態とに対応させて、点火時期の遅角に係る調節の態様を変更することにより、適宜最適な点火時期を維持することができるようになる。

【0113】請求項10に記載した発明によれば、特に非アイドル状態におけるドライバビリティの安定性維持を優先することで、排気浄化用触媒の暖機促進と、ドライバビリティの安定性維持とを両立する好適な運転状態を保証することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る点火時期制御装置の第1の実施形態を示す概略構成図。

【図2】同実施形態に採用されるECUの電氣的構成を示すブロック図。

【図3】空燃比フィードバック補正係数及び燃焼空燃比の変化態様を示すタイムチャート。

【図4】同実施形態に係る冷間始動時の点火時期遅角制御手順を示すフローチャート。

【図5】同実施形態による点火時期制御態様を示すタイムチャート。

【図6】アイドル運転時における空燃比フィードバック補正係数及び燃焼空燃比の変化態様を示すタイムチャート。

【図7】第2の実施形態に係る冷間始動時の点火時期遅角制御手順の一部を示すフローチャート。

【図8】第2の実施形態による点火時期制御態様を示すタイムチャート。

【図9】第3の実施形態に係る冷間時の点火時期遅角制御手順を示すフローチャート。

【図10】基本遅角実行率 $\gamma$ 及び遅角量抑制率 $\delta$ の算出に適用される二次元マップ例を示す略図。

【図11】第3の実施形態による点火時期制御態様を示すタイムチャート。

【図12】第3の実施形態による点火時期制御態様を示すタイムチャート。

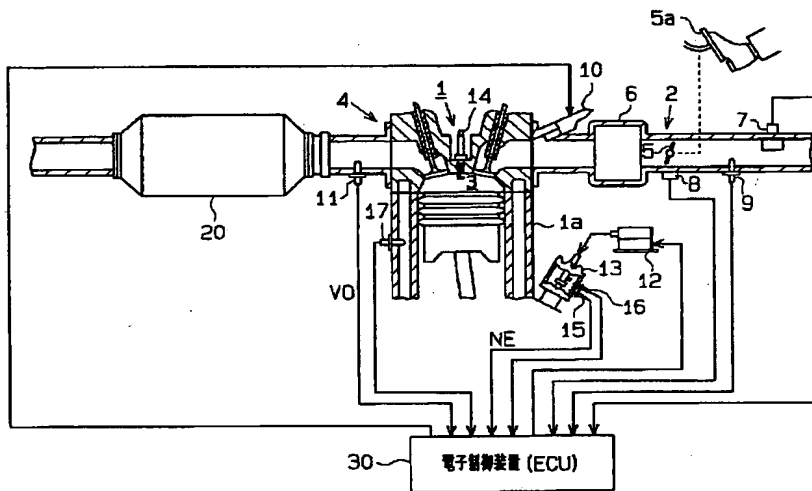
【図13】第3の実施形態による点火時期制御態様を示すタイムチャート。

【符号の説明】

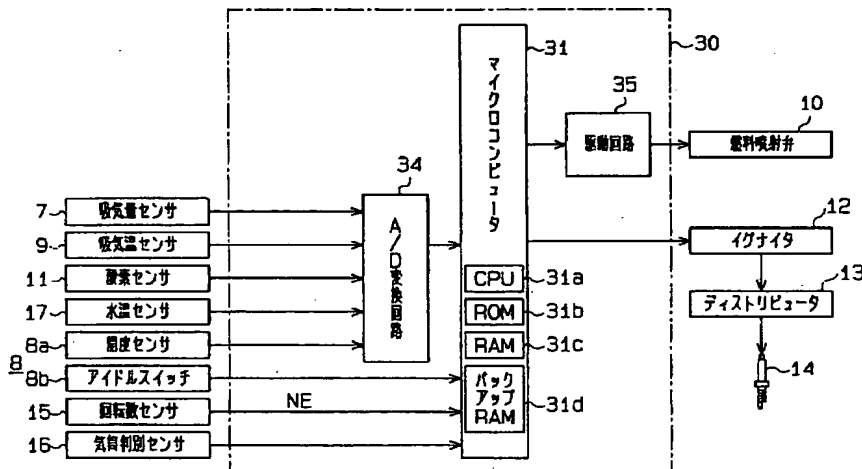
1…エンジン、2…吸気系、3…燃焼室、4…排気系、\*

5…スロットルバルブ、5a…アクセルペダル、6…サージタンク、7…吸気量センサ、8…スロットルポジションセンサ、8a…開度センサ、8b…アイドルスイッチ、9…吸気温度センサ、10…燃料噴射弁、11…酸素センサ、12…イグナイタ、13…ディストリビュータ、14…点火プラグ、15…回転数センサ、16…気筒判別センサ、17…水温センサ、20…三元触媒、30…ECU（電子制御装置）、31…マイクロコンピュータ、31a…CPU、31b…ROM、31c…RAM、31d…バックアップRAM、34…A/D変換回路、35…駆動回路。

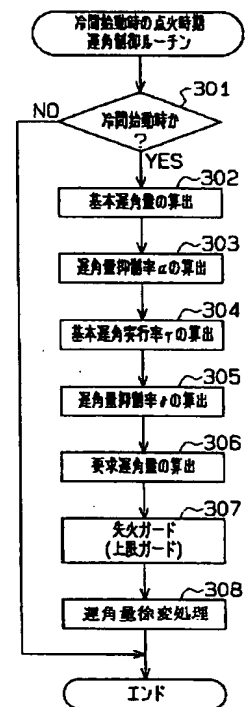
【図1】



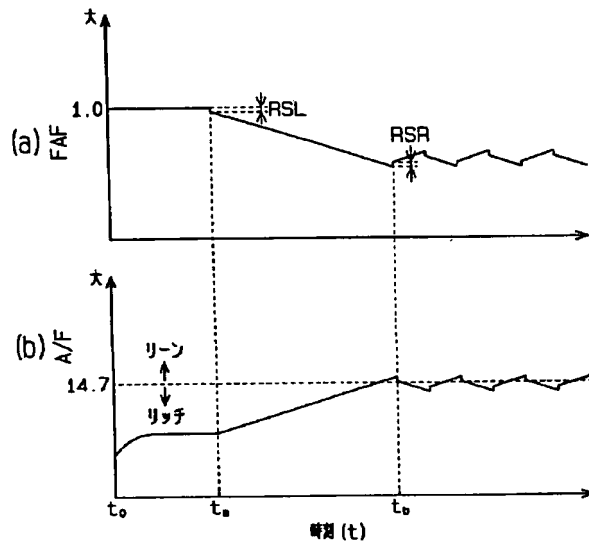
【図2】



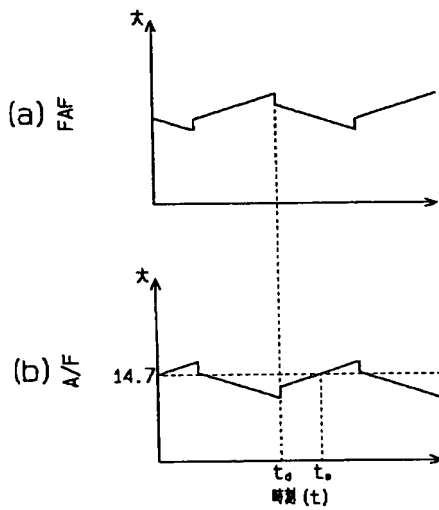
【図9】



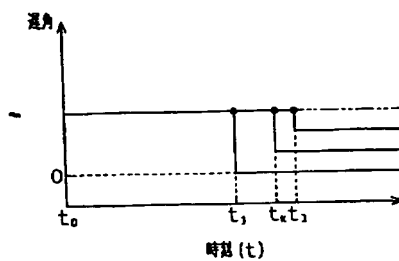
【図3】



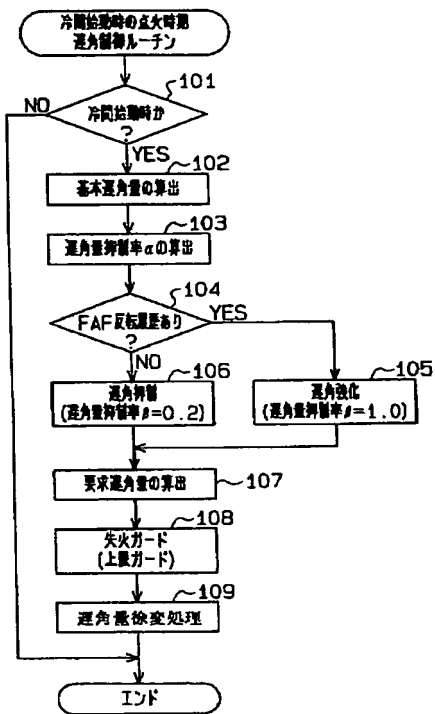
【図6】



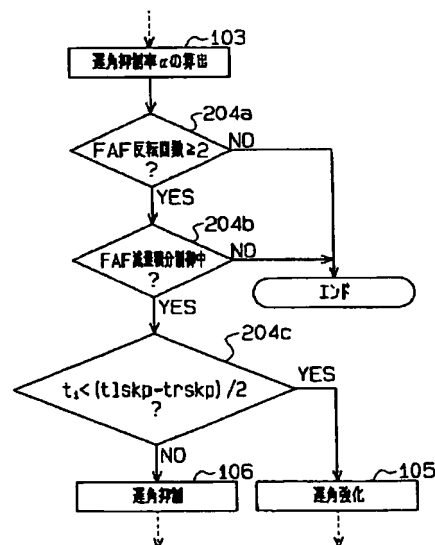
【図13】



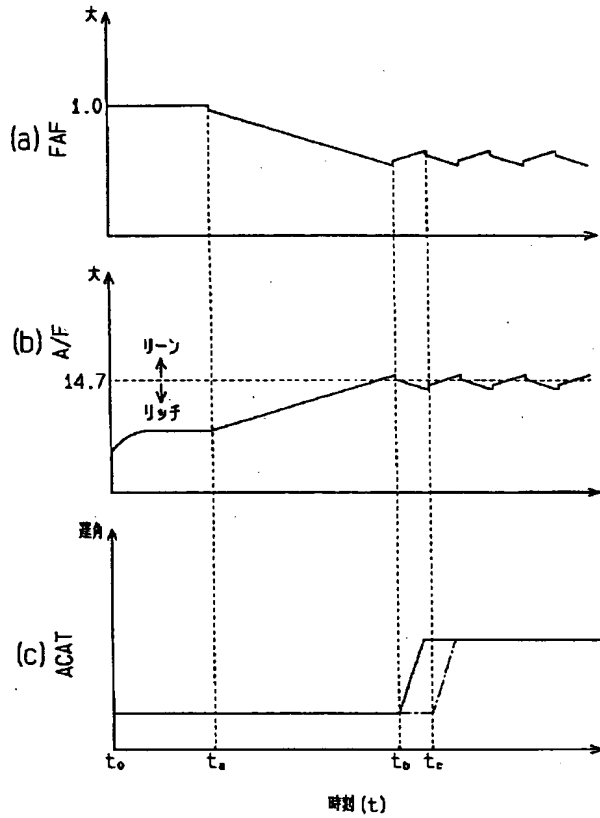
【図4】



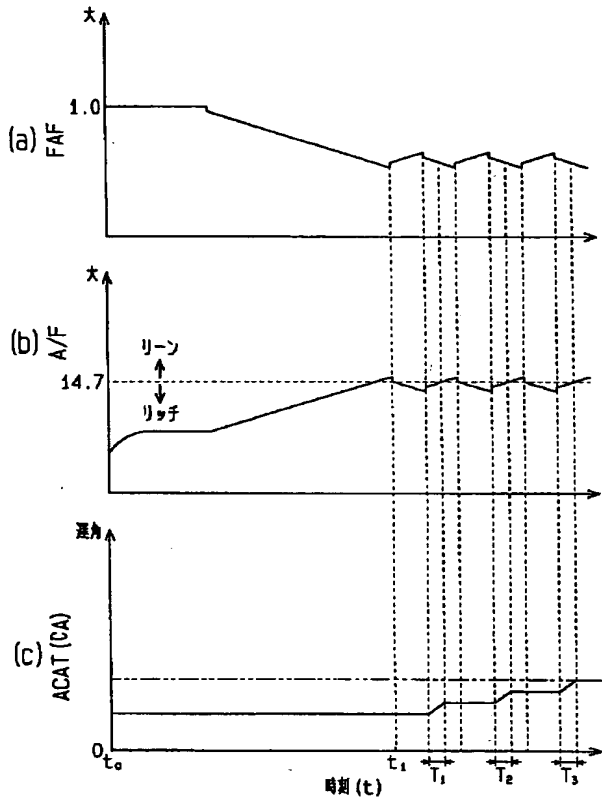
【図7】



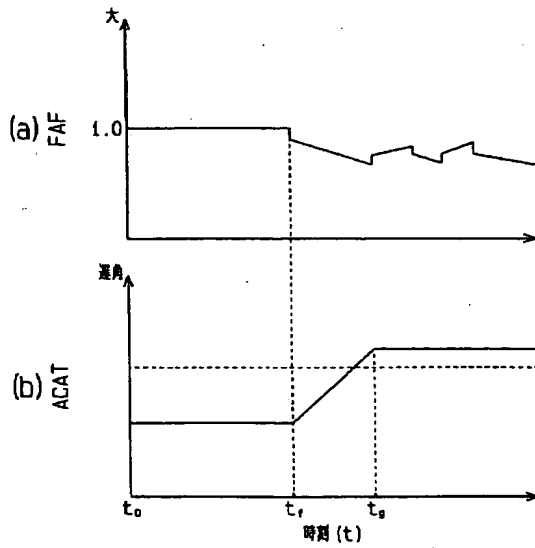
【図5】



【図8】



【図11】



【図10】

(a)  $r$ 算出用二次元マップ

	F/B制御条件を満たす	F/B制御条件を満たさない
アイドル運転時	$r=0.2$	$r=1.0$
過荷運転時	$r=0$	$r=1.0$

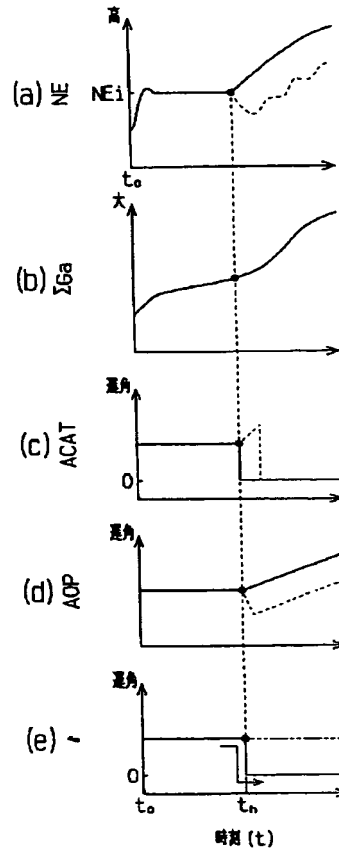
(b)  $r$ 算出用二次元マップ (アイドル運転時)

		$\Sigma Ga$ (g)		
		100	200	300
THW <sub>0</sub> (°)	-20	0	0	0
	20	0.2	0.2	0.2
	60	0.4	0.6	1.0
	80	0	0	0

(c)  $r$ 算出用二次元マップ (過荷運転時)

		$\Sigma Ga$ (g)		
		100	200	300
THW <sub>0</sub> (°)	-20	0	0	0
	20	0	0	1.0
	60	0	0.2	1.0
	80	0	0	0

【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

F 0 2 D 45/00

F 0 2 P 5/15

識別記号

3 1 2

F I

F 0 2 D 45/00

F 0 2 P 5/15

3 1 2 B

E